

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-129793

(43)公開日 平成9年(1997)5月16日

(51)Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 23/373			H 0 1 L 23/36	M
C 0 1 B 31/02	1 0 1		C 0 1 B 31/02	1 0 1 A
C 0 4 B 35/83			C 0 4 B 35/52	E
			35/80	K
H 0 1 L 23/36			H 0 1 L 23/36	D
審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 7 頁)				

(21)出願番号 特願平7-303450

(22)出願日 平成7年(1995)10月27日

(71)出願人 390022998

東燃株式会社

東京都千代田区一ツ橋1丁目1番1号

(71)出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市山科区東野北井ノ上町5番地の22

(72)発明者 津島 栄樹

埼玉県入間郡大井町西鶴ヶ岡1丁目3番1号 東燃株式会社総合研究所内

(74)代理人 弁理士 池浦 敏明 (外1名)

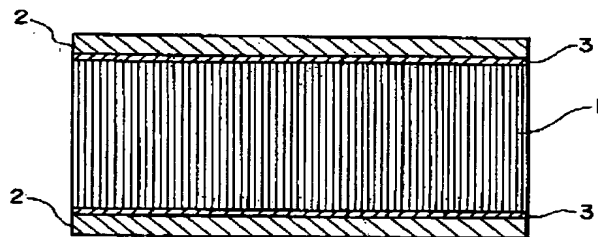
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 半導体パッケージ用の熱伝プレート

(57)【要約】

【課題】 厚さ方向の熱伝導率が大きく、十分な強度、平面性及び気密性を有し、しかも半導体及びセラミックス等の封止材料との接着性が良好で、使用時の温度変化による熱応力の発生が十分に小さく、剥がれや割れや半導体への悪影響が生じない、信頼性の高い熱伝プレートを提供する。

【解決手段】 炭素繊維が厚さ方向に配列している一方向性複合材料の表裏両面が金属部材によって高分子接着層を介して被覆されている構造からなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体素子、該素子を封止するための封止体及び該素子の裏面に接着された熱伝プレートから少なくとも構成されてなる半導体パッケージ用の熱伝プレートであって、炭素繊維が厚さ方向に配列している一方向性複合材料の表裏両面が金属部材によって高分子接着層を介して被覆されている構造からなることを特徴とする半導体パッケージ用の熱伝プレート。

【請求項2】 厚さ方向の熱伝導率が $200 \text{ [W/(m} \cdot \text{K)]}$ 以上であり、しかも広さ方向の熱膨張係数 β [$10^{-6} / \text{K}$]と広さ方向の弾性率 E [GPa]とが下記式(1)

$$\text{【数1】 } E \cdot (\beta - 6) \leq 190 \quad \dots (1)$$

の関係を満足するものである請求項1記載の半導体パッケージ用の熱伝プレート。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は半導体パッケージ用の熱伝プレートに関し、詳しくはSi等の半導体材料からなる超LSIなどの半導体電子素子、半導体光/電子素子及びこれらを含む高速処理用あるいは高出力用半導体パッケージの半導体素子部分の発熱による温度上昇を防ぐために、半導体素子の面に接着して用いられている熱伝プレートに関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、半導体素子は、シリカ系、アルミナ系などのセラミックスあるいはエポキシ樹脂系のプラスチック等で封止されたパッケージとして用いられるが、集積度が大きくなり、あるいは高速処理、高出力になって、素子の発熱による温度上昇が問題になると、パッケージの外面にアルミニウム等の放熱フィンを接着したり、パッケージの外面を冷却ファンで気流を流して冷却する方法がとれてきた。ただ、この方法では、放熱冷却は熱伝導率の低いセラミックスあるいはプラスチック等のパッケージ封止層を介して行われるので、放熱冷却の効率が悪く、また放熱フィンあるいは冷却ファン等のとりつけが必要で、全体の容積、重量が大きくなってしまいう問題点があった。

【0003】更に、集積度が大きくなり、あるいは高速処理、高出力になって、素子の発熱による温度上昇が大きくなってくると、半導体素子の裏面に、熱伝導率の高い熱伝プレート（放熱窓、ヒートシンク板などと呼ぶ）を接着し、熱伝プレートの一面がパッケージの外側に露出するように封止して、この面から放熱冷却するような工夫がなされる。この場合の熱伝プレート付半導体パッケージの断面は例えば図2で示される。図2において、4は熱伝プレートを、5は半導体を、6はセラミックス封止体を、それぞれ示す。この場合の熱伝プレートは、厚さ1mm前後（0.5～2mm）、広さ数cm角の熱伝導率が十分大きい薄板であるが、それ自体十分な強度

を有し、気密性があることが必要で、更にそれはシリコン等の半導体材料と十分熱抵抗の小さい層を介して接着できること、また接着時あるいは使用時に半導体及びセラミックス等の封止材との接着面に温度変化により熱応力が発生して、剥がれ、素子不良などを生じることが全くないことが重要である。

【0004】従って、このような熱伝プレートは、熱伝導率、強度、気密性、コストの観点からは、銅、アルミニウムなどの金属板が考えられるが、これらの熱膨張係数は $16 \sim 30 \times 10^{-6} / \text{K}$ と、半導体やセラミックスのそれ（ $4 \sim 8 \times 10^{-6} / \text{K}$ ）と比べて非常に大きく、またこれらの金属の弾性率は $70 \sim 120 \text{ GPa}$ と大きいいため、接着時あるいは使用時の温度変化による接着界面の熱応力が非常に大きくなり、接着不良あるいは、半導体素子の破損を生じるおそれがあるので好ましくない。

【0005】このような観点から、この熱伝プレートの材料として適したものは数少なく、銅/タングステン複合材料、金属被覆CBN焼結体、窒化アルミニウム、ダイヤモンド等が検討されている（特開昭60-226149号、特公平3-29309号、特開平5-186804号各公報等）が、現在は、銅/タングステン複合材料が一部実用化されている。銅/タングステン複合材料の熱伝プレートは、熱膨張係数が約 $7 \times 10^{-6} / \text{K}$ 、熱伝導率が約 $200 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ となるように銅とタングステンの微粒子を配合焼結したものであるが、原料コストのほか加工成形が難しいため価格が高く、密度が約 15 g/cm^3 と大きいという問題点がある。

【0006】また、超LSIなどの半導体パッケージがMPUなどとして用いられるパーソナルコンピュータなどは、携帯用として増々小さく、薄く、軽く、且つ低コストで、更に高速処理が要求されているが、従来技術では、半導体パッケージの温度上昇がネックになって処理速度を抑えざるを得ない場合も起っている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】従って、本発明は上記従来技術の実情に鑑みてなされたものであって、高速処理用あるいは高出力用半導体パッケージの冷却熱伝プレートとして最適のもので、厚さ方向の熱伝導率が大きく、厚さが1mm程度（0.5～2mm）の薄板であるにもかかわらずそれ自体十分な強度、平面性及び気密性を有し、しかも半導体及びセラミックス等の封止材料との接着性が良好で、且つ接着時及び使用時の温度変化による接着面の剥がれや素子不良の原因となるような熱応力の発生が十分に小さい、信頼性の高い熱伝プレートを提供することを、その目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、第一に、半導体素子、該素子を封止するための封止体及び該素子の裏面に接着された熱伝プレートから少なくとも構成されてなる半導体パッケージ用の熱伝プレートであつ

て、炭素繊維が厚さ方向に配列している一方向性複合材料の表裏両面が金属部材によって高分子接着層を介して被覆されている構造からなることを特徴とする半導体パッケージ用の熱伝プレートが提供される。

【0009】第二に、上記第一に記載した半導体パッケージ用の熱伝プレートにおいて、厚さ方向の熱伝導率が $200 \text{ [W/(m} \cdot \text{K)]}$ 以上であり、しかも広さ方向の熱膨張係数 $\beta \text{ [} 10^{-6} / \text{K]}$ と広さ方向の弾性率 $E \text{ [GPa]}$ とが下記式 (1)

$$\text{【数1】 } E \cdot (\beta - 6) \leq 190 \quad (1)$$

の関係を満足するものである半導体パッケージ用の熱伝プレートが提供される。

【0010】即ち、本発明の半導体パッケージ用の熱伝プレートは、熱伝導率の極めて大きな炭素繊維が厚さ方向に配列した一方向性複合材料の平板と、その表裏両面を覆う熱伝導率の大きな金属部材及び十分に薄くすることができる高分子接着層からなるものとしたことから、厚さ方向の熱伝導率を銅/タングステン複合材料のそれと同等又はそれ以上とすることができ、また複合材料の平板は多孔質で通気性を有するが、被覆金属部材により、気密性、封止性に優れたものとなり、且つ反りや割れのないものとなる。その上、本発明の熱伝プレートは、厚さの大部分を占める複合材料の広さ方向（即ち、厚さ方向に直角の方向）の熱膨張係数がシリコン半導体やアルミナ等のセラミックスのそれと近いものであり、また、広さ方向の弾性率も小さいものとすることができるので、温度変化による熱応力発生が小さく、剥がれ、割れ等や半導体への悪影響を生じないものとなる。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明の半導体パッケージ用の熱伝プレートについて、詳しく説明する。本発明の熱伝プレートは、炭素繊維が厚さ方向に配列している一方向性複合材料の表裏両面が金属部材によって高分子接着層を介して被覆されている構造からなることを特徴とする。即ち、本発明の熱伝プレートは、図1で示されるような積層構造からなるものである。図1において、1は炭素繊維が厚さ方向に配列している一方向性炭素複合材料の平板を、2は金属部材を、3は高分子接着層を、それぞれ示す。

【0012】本発明で使用する炭素繊維が厚さ方向に配列している一方向性複合材料の平板は、炭素繊維の長さ方向の熱伝導率が十分に大きいものを用いることによって、その平板の厚さ方向の熱伝導率は、銀、銅、アルミニウム等の金属よりも大きくすることができる。例えば、液晶ピッチを原料にしたピッチ系炭素繊維で約3,000℃迄熱処理したものでは、長さ方向の熱伝導率は $1,000 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ 以上のものがあり、そのような炭素繊維を用いて繊維容積含有率50%の一方向性複合材料を成形すると、母材の種類にかかわらず、炭素繊維の配列方向の熱伝導率は $500 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 以上のもの

が得られる。

【0013】この複合材料の母材としては、炭素、シリコンカーバイド等のセラミックス、金属シリコン、ガラスなど種々のものが用い得るが、薄い板に切削加工する迄の成形コストなどの面を考慮すると、次に述べるような炭素母材が好ましい。即ち、本発明の熱伝プレートを構成する主要部分である一方向性複合材料の平板は、補強繊維が炭素繊維であって、母材が炭素を主成分とする炭素繊維強化炭素母材複合材料（炭素/炭素複合材料）が好適である。一方向性炭素/炭素複合材料の中でも、特に特願平6-323507号で提供されるもの、あるいは特開平3-247563号公報や特開平5-51257号の製造方法により製造されるものなどを用いることが好ましい。

【0014】上述の一方向性炭素/炭素複合材料は、一方向に配列した炭素繊維の束に、固体のピッチあるいはコークスなどの微粉体を分散したフェノール樹脂などの熱硬化性樹脂の溶液（溶媒としてフルフリルアルコールなどを用いる）を含浸した後、溶媒を乾燥除去しつつ、炭素母材前駆体が含浸され、且つ一方向に繊維が配列しているシート状物（プリプレグ）を形成し、これを一方向に多数枚積層して、加圧下に加熱して熱硬化性樹脂部分を硬化させて、その後不活性雰囲気中で高温焼成して、フェノール樹脂とピッチあるいはコークスの微粉体を炭素化するという方法によって製造されるものである。この方法によれば、再含浸、再焼成のような緻密化処理なしで、一回の焼成炭化処理にて、必要十分に緻密な母材組織が得られることが特徴である。

【0015】上述の方法で得られた炭素/炭素複合材料は、その所定の大きさのブロックを繊維の配列方向に対して直角方向に、ワイヤーソーあるいは回転ダイヤモンドソーなどで、厚さ1mmのような薄板を精度良く切出すことができるので、特に好ましい。また、上述の炭素/炭素複合材料は、その母材中に直径が $1 \sim 10 \mu\text{m}$ のような微細な気孔を有し、その大部分が表面に連通した開気孔となっているように作ることができるので、この表面に金属部材を接着する際に、接着剤の液体がこの気孔に浸入し、薄い接着層を形成し且つ強く接着されるので、特に好ましい材料である。更に、上述の炭素/炭素複合材料は、繊維の配列方向と直角方向の弾性率が $5 \sim 10 \text{ GPa}$ と低いため、この方向の伸縮性があり、金属やセラミックスなどの熱膨張係数の異なる材料とこの方向で接着した場合、熱応力緩和作用が発現される。

【0016】このような複合材料の平板は、半導体やセラミックスと接着しても、 $-40 \sim 150^\circ\text{C}$ のような温度範囲で、金属の平板と比べて熱応力の発生が小さい。その理由は、炭素繊維の断面方向の熱膨張係数及び母材の炭素、シリコンカーバイド、金属シリコン、あるいはガラスの熱膨張係数が $4 \sim 8 \times 10^{-6} / \text{K}$ と、シリコンなどの半導体やアルミナなどのセラミックスのそれと比

較的に近いものである。

【0017】このような複合材料の平板は、熱伝導率、接着時の熱応力の観点からすれば、それ自体、半導体パッケージ用の熱伝プレートとして優れているが、更に十分な強度を有し、反りのない平面性の良い表面を有し、また十分な気密性、封止性を有するようにするために、上述した複合材料の薄板の表裏両面に金属部材を被覆接着することが、本発明の特徴である。

【0018】上述した複合材料の薄板の表裏両面に金属部材を被覆接着しない場合は、この薄板は厚さが1mm前後(0.5~2mm)であるので、半導体パッケージ組立加工時に破損が起るおそれがあり、また使用時の信頼性にも問題があり、更に厚さ方向に微細な気孔が連通しているの、気密性が低い。

【0019】また、上述した複合材料の薄板の表裏両面に金属部材を被覆接着するのではなくて、片面にのみ金属部材を被覆接着した場合は、接着終了時あるいはその後の取扱い時に片側の応力集中により反りが生じ、また多くの場合は、複合材料側に割れが生じるので使用できない。これは、金属部材の熱膨張係数及び弾性率が複合材料部分に比べて大きいために、高温時に熱歪みがなくても、冷却時に片側の金属部材が収縮し、一方反対側の複合材料はあまり収縮しないので、金属部材側が凹に複合材料側が凸に反りが生じ、またひび割れも生ずる結果となる。

【0020】本発明の場合は、複合材料部分が1mm前後の厚さであり、非常に薄いので“反り”やすく、また用途が半導体に接着して用いるものであるの、小さい“反り”も問題となる。複合材料の表裏両面に同じ材料の金属部材か又は熱膨張係数が近い金属部材を接着することにより、表裏面がほぼ均等な熱応力を生ずるために、この“反り”を極めて小さくすることができる。従って、本発明においては、表裏両面に金属部材を接着被覆することが必須であり、製作時は表裏面同時に、金属部材を接着することが好ましく、また両面とも同一材料の金属部材を接着することが好ましい。

【0021】上述の金属部材としては、金属箔、金属板及び金属放熱フィンなどがあり、銀、銅、アルミニウムあるいは合金などの熱伝導率が高く接着性の良い、箔、板、放熱フィンとして用いられる材料から選ぶことができるが、価格及び低温ハンダでの接着性を考慮すると、銅箔、銅板等が好ましい。また、上述の金属部材の厚さは十分薄いことが必要で、あまり厚いと、金属は熱膨張係数が大きく且つ弾性率も大きいので、シリコンなどの半導体やセラミックス等の封止材との接着において、温度変化による熱応力の発生が大きくなり、剥がれや破損を生じるし、更に前述の複合材料の板の表裏面への接着においても、剥がれが生じる場合がある。また、この金属部材を両面に接着した熱伝プレートは、全体の厚さに制約があるため、金属部材を厚くすると、その分複合材

料の板を薄くする必要が生じるが、前述のような炭素繊維が厚さ方向に配列した一方向性複合材料の板を0.8mmより薄い厚さに加工作することは困難を伴ない、加工歩留りを悪化させる。このような理由によって、0.1mm厚以上の金属部材は不相当であり、0.05mm(50 μ m)厚以下、より実用的には0.04mm(40 μ m)以下の厚さの金属部材を使用することが好ましい。また、いうまでもなくあまり薄い、例えば0.005mm厚のような金属部材を用いると、取扱い時に皺や破れが生じやすく好ましくない。

【0022】このような金属部材を、前述した複合材料の薄板の両面に接着する方法としては、真空ろう付、ホットプレスによる拡散接合なども用いることができるが、これらは1,000℃近くの高温度と高真空の炉を必要とし、接着面の熱応力歪みも大きくなるので好ましくない。本発明においては、高分子接着剤を用いることにより予想外な好結果をもたらすことが見出された。高分子接着剤としては、一般的なエポキシ樹脂系、フェノール樹脂系あるいはこれらの混合系などの有機高分子系接着剤のほか、ポリシラザンなどの無機高分子系接着剤も使用し得る。また、これらの高分子接着剤中に、銅、銀、アルミニウムなどの熱伝導率の大きな金属の微粉体を混合したものも用いることができる。

【0023】より詳細に説明すると、これらの高分子接着剤を前述した金属部材の一面に5~50 μ mの厚さに均一に塗付し、溶剤を含む場合は乾燥した後、前述した複合材料の平板の表裏両面に、この金属部材の接着剤塗付面を合わせて重ね、ホットプレスによって加圧下に70~150℃程度の温度で加熱し、高分子接着剤を重合硬化させる方法が好適である。この場合、金属部材に塗付した高分子接着剤は予め少し加熱して、重合を少し進め、いわゆるBステージ化して室温では固体の塗膜にした状態で用いることが好ましい。

【0024】また、このようにして作られた金属部材と炭素繊維複合材料の板との間に形成される高分子接着層は、一般には熱伝導率が非常に小さいので、この厚さが大きいと、熱伝プレート全体の厚さ方向の熱伝導率の特性を低下させるので、5 μ m以下、好ましくは1 μ m以下の極力薄い接着層を形成することが重要である。そのためには炭素繊維複合材料の平板の表裏面の平面性を良くすることのほか、複合材料の接着面に直径が1~10 μ mの微細孔が十分多数存在しているようなものを使用することが有効である。即ち、高分子接着剤を塗付した金属部材と多孔性の表面を持った複合材料の平板を重ね合せてホットプレスで加圧しつつ加熱すると、高分子接着剤が硬化する前に、一時低い粘度となって複合材料の面の微細孔の中に浸入し、接着力を高め、且つ極めて薄い高分子接着層が形成される。

【0025】更にこの場合、用いる金属部材の表面あるいは裏面を予め化学的にエッチング等を行ない1~10

μm 程度の凹凸のある粗面としてから用いることによって、接着力を高めると同時に、高分子接着層の厚さを十分薄く、金属部材の表面の凸部と複合材料の表面がほとんど接触した構造を形成することができ、高分子接着層による熱伝導抵抗が十分小さいものとする事ができる。

【0026】半導体パッケージにおいて、厚さ0.5mmのシリコン半導体の板に、厚さ1.0mmの熱伝プレートに、厚さ1.0mmの熱伝プレートを接着した時、100℃の温度変化によって生ずる

$$\epsilon = \frac{\beta_2 - \beta_1}{1 + \frac{t_1 E_1}{t_2 E_2}} \cdot \Delta T \quad \dots (2)$$

t_1, t_2 : 薄板 I、II の厚さ

E_1, E_2 : 〃 の弾性率

β_1, β_2 : 〃 の熱膨張係数

【0028】これより、厚さ0.5mmのシリコン半導体（熱膨張係数 $4 \times 10^{-6} / \text{K}$ 、弾性率190GPa）の板に、厚さ1.0mmの熱伝プレートを接着した場合

$$E \cdot (\beta - 6) \leq 190$$

式(1)はシリコン半導体と熱伝プレートとの関係であるが、アルミナ等のセラミックスに対する関係はよりゆるやかであり、式(1)を満足するかぎりには通常問題がない。

【0029】

【実施例】以下、実施例により本発明を更に詳細に説明するが、本発明の技術的範囲がこれらにより限定されるものではない。

【0030】実施例1

液晶ピッチ炭素繊維が体積含有率で55%炭素母材の中に一方向に配列されている一方向性炭素/炭素複合材料のブロック（35×35×100mm）を、マルチワイヤーソーを用いて繊維配列方向と直角方向に切断し、35×35×0.93mmの薄板を多数切出した。この複合材料の母材部分は多孔質であり、水銀圧入法で細孔を測定すると、平均細孔径が1.4 μm で、開気孔容積が全体の12%あり、10 μm 以上の径の細孔は細孔容積の5%以下であった。

【0031】次に、厚さ35 μm の銅箔の片面に、エポキシ系接着剤を約40 μm の厚さに均一に添付したものを用意し、上記複合材料の薄板の表裏両面に、銅箔の接着剤塗布面を向けて張り合わせ、ホットプレスで接着面当り50Kg/cm²の圧力を加え、150℃にて2時間保持して、接着剤の硬化を終了して取り出し、カッターで周辺を切り落して30×30×1mmのプレートを得た。

【0032】このプレートの厚さ方向の断面を研磨して光学顕微鏡で観察すると、複合材料部分は炭素繊維が厚さ方向に平行に配列され、表裏面の接着部分は銅箔面と

シリコン半導体板の熱応力歪み率は、長さ1cm当り約3 μm 以下がほぼ許容されるが、より好ましくは約2 μm 以下である。

【0027】一方、材料Iの薄板と材料IIの薄板を接着したときの、温度変化 ΔT における薄板Iの熱応力歪み率は、一般力学から次の式(2)で近似的に推定できる。

【数2】

の熱伝プレートの熱膨張係数 β （ $10^{-6} / \text{K}$ ）と弾性率 E （GPa）との間の好ましい関係として（ $\beta \geq 6$ の場合）、下記式(1)を満足する条件が好ましいことが見出された。

【数1】

$$\dots (1)$$

複合材料面の凹凸が噛み合っており、非常に薄い高分子接着層を介して接着されていた。このプレートの厚さ方向の熱伝導率は290W/(m・K)で、広さ方向（厚さ方向に直角の方向）の熱膨張係数は約 $12 \times 10^{-6} / \text{K}$ であった。

【0033】次に、このプレートの中央に、厚さ0.5mm、10mm角の単結晶シリコン板を、エポキシ系接着剤で接着したもの及び厚さ1mm、30mm角のアルミナ板にこのプレートをエポキシ系接着剤で接着したものを、それぞれ5個作成し、熱サイクルテスト（-60～200℃、100サイクル）を行なったところ、接着剥がれ、割れなど全く生じなかった。この場合 $E \cdot (\beta - 6)$ の値は90である。

【0034】実施例2

実施例1と同じ一方向性炭素/炭素複合材料の薄板を用い、この表裏両面に厚さ50 μm の銅箔を、エポキシ系接着剤を介して張り合わせ、実施例1と同様に、ホットプレスで接着硬化し、周辺を切削して30×30×1mmのプレートを得た。得られたプレートの厚さ方向の熱伝導率は280W/(m・K)で、広さ方向の熱膨張係数 β は約 $13 \times 10^{-6} / \text{K}$ 、広さ方向の弾性率 E は約18GPaであり、 $E \cdot (\beta - 6)$ の値は126である。

【0035】得られたプレートを実施例1と同様に、単結晶シリコン板とアルミナ板に接着して、熱衝撃テストと熱サイクルテストを行なったところ、接着剥がれ、割れなど全く生じなかった。

【0036】実施例3

厚さ35 μm の銅箔の代りに、厚さ100 μm の銅板を用いた他は、実施例1と同じ方法で30×30×1.1

mmのプレートを得た。このプレートの厚さ方向の熱伝導率は $230\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{k})$ 、広さ方向の熱膨張係数 β は $15\times 10^{-6}/\text{K}$ 、広さ方向の弾性率 E は約 30 GPa であり、 $E\times(\beta-6)$ の値は 270 となる。

【0037】このプレートを実施例1と同様に単結晶シリコン板とアルミナ板に接着し、熱衝撃テストと熱サイクルテストを行なったところ、熱サイクルテストにおいてごく一部の試料に接着剥がれが認められた。

【0038】比較例1

実施例1と同じ一方向性炭素／炭素複合材料の薄板を、金属部材接着なしで $30\times 30\times 0.93\text{ mm}$ の形状に加工し、実施例1と同様に単結晶シリコン板とアルミナ板に接着して、熱衝撃テスト及び熱サイクルテストを行ない合格した。このプレートの厚さ方向の熱伝導率は $520\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ であり、広さ方向の熱膨張係数は約 $6\times 10^{-6}/\text{K}$ 、広さ方向の弾性率は 7 GPa であつ

た。

【0039】しかし、このプレートの厚さ方向のガスリークテストを行なったところ、約 $0.3\text{ cm}^2/\text{atm}\cdot\text{sec}$ の通気性があり、気密性の点で不合格であつた。

【0040】比較例2

実施例1と同じ一方向性炭素／炭素複合材料の薄板を用い、その片面だけに実施例1と同じ銅箔に接着剤を塗布したものを張り、ホットプレスで実施例1と同条件で接着硬化し、ホットプレスから取出したところ、銅箔側に凹の反りがあり、複合材料側にヒビ割れが生じていた。

【0041】実施例1～3及び比較例1で得られた厚さ 1 mm の熱伝プレート1の性能を、各種の金属製の熱伝プレート1の性能とあわせて、表1に示す。

【0042】

【表1】

厚さ 1 mm の熱伝プレート	厚さ方向の 熱伝導率 ($\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$)	広さ方向の 熱膨張係数 ($10^{-6}/\text{K}$)	広さ方向の 弾性率 (GPa)	厚さ 0.5 mm Si との接着部 (Si)の熱伝率 ($10^{-6}/\text{K}$)	厚さ 1 mm Al ₂ O ₃ との接着部 (Al ₂ O ₃)の熱伝率 ($10^{-6}/\text{K}$)	気密性
銅板	400	17	120	7.3	4.1	○
アルミナ板	240	24	69	5.7	3.4	○
銀板	430	19	73	4.2	2.6	○
タンガステン板	170	5	390	0.4	1.5	○
銅/タンガステン板	200	7	290	2.3	0	○
実施例1	290	12	15	1.1	0.2	○
実施例2	280	13	18	1.4	0.3	○
実施例3	230	15	30	2.7	1.1	○
比較例1	520	6	7	0.2	0	×

【0043】

【発明の効果】請求項1の半導体パッケージ用の熱伝プレートは、炭素繊維が厚さ方向に配列して一方向性複合材料の表裏両面が金属部材によって十分薄い厚さの高分子接着層を介して被覆されている構造からなるものとしたことから、熱伝プレートの厚さ方向の熱伝導率が銅／タンガステン複合材料のそれと同等か又はそれ以上とすることができ、また一方向性複合材料の平板は多孔質で通気性を有するが、その両面を金属部材で接着被覆したことにより、気密性、封止性に優れ、且つ反りや割れのないものとすることができる。その上、本熱伝プレートは、その厚さの大部分を占める一方向性複合材料の広さ方向（即ち、厚さ方向に直角の方向）の熱膨張係数が

$$E\cdot(\beta-6)\leq 190$$

の関係を満足するものとしたことから、より十分な熱伝除熱能力を有し、且つシリコン半導体及びセラミックス等の封止体と接着使用した際の温度変化による熱応力発生がより小さくなるという効果が加わる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る熱伝プレートの模式断面図である。

【図2】熱伝プレート付半導体パッケージの模式断面図

シリコン半導体やアルミナ等のセラミックスのそれと近いものであり、加えてその広さ方向の弾性率も小さいものとするので、半導体パッケージとしたときに、温度変化による熱応力発生が小さく、剥がれたり、割れたりすることや、半導体への悪影響を生じない。

【0044】請求項2の半導体パッケージ用の熱伝プレートは、厚さ方向の熱伝導率が $200\text{ [W}/(\text{m}\cdot\text{K})]$ 以上であり、しかも広さ方向の熱膨張係数 $\beta\text{ [}10^{-6}/\text{K}]$ と広さ方向の弾性率 $E\text{ [GPa]}$ とが、下記式(1)

【数1】

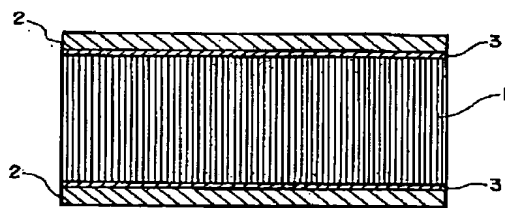
$$\dots (1)$$

である。

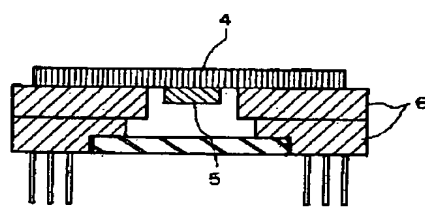
【符号の説明】

1. 一方向性炭素繊維複合材料の平板
2. 金属部材
3. 高分子接着層
4. 熱伝プレート
5. 半導体
6. セラミックス封止体

【図 1】



【図 2】



フロントページの続き

(72)発明者 高安 潤
埼玉県入間郡大井町西鶴ヶ岡 1 丁目 3 番 1
号 東燃株式会社総合研究所内

(72)発明者 泉 孝幸
埼玉県入間郡大井町西鶴ヶ岡 1 丁目 3 番 1
号 東燃株式会社総合研究所内

(72)発明者 藤井 俊一
鹿児島県国分市山下町 1 番 1 号 京セラ株
式会社鹿児島国分工場内